[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F42C 13/00 (2006.01)
F42B 12/22 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510032186.X

[45] 授权公告日 2007 年 8 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1332171C

[22] 申请日 2005.9.20
[21] 申请号 200510032186.X
[73] 专利权人 湖南文理学院
地址 415000 湖南省常德市洞庭大道西段 170 号
[72] 发明人 杜云峰
[56] 参考文献

舰炮近炸引信预制破片弹在反导中的弹丸威力分析 周智超等,军事运筹与系统工程,第 v19 卷第 n2 期 2005

近炸引信预制破片弹对空射击效率的研究 李铁等,弹道学报,第 v13 卷第 n3 期 2001

聚焦型破片战斗部对目标毁伤概率的工程算法 李晋庆等,兵工学报,第 v24 卷第 n4 期 2003

某型预制破片弹对导弹射击命中模拟模型 周俊等,弹道学报,第 v17 卷第 n2 期 2005
审查员 陈玉华
[74] 专利代理机构 常德市长城专利事务所
代理人 蔡大盛

权利要求书 2 页 说明书 5 页

[54] 发明名称

近炸引信预制破片弹对反舰导弹毁伤效应的计算方法

[57] 摘要

一种近炸引信预制破片弹对反舰导弹毁伤效应的计算方法，属引信技术领域。 主要目的是用于研究近炸引信预制破片弹对反舰导弹的毁伤效能，给海军舰炮配备相应的弹药提供决策依据。 该计算方法主要是通过建立反舰导弹模型，在电子计算机上进行数据处理，最后得到近炸引信预制破片弹对反舰导弹的毁伤效应。 该方法计算速度快、结果准确、逼真，可用于指导舰船小口径自动火炮的弹药配备。

1、一种近炸引信预制破片弹对反舰导弹毁伤效应的计算方法，其特征是，该计算方法包括如下步骤：

①确定导弹的易损性与部件毁伤判据：

用铝合金多层等效靶作为“桥梁”，沟通破片对导弹目标侵彻能力的内在关系，导弹部件抗侵彻能力均与导弹多层靶的抗破片侵彻能力建立了等效关系，从而将极为复杂的破片对导弹部件侵彻能力研究转化为——可以定量描述的破片对导弹多层靶的侵彻能力研究；

②建立 x 坐标系和 y 坐标系：

x 坐标系：以目标中心为原点，x_1轴为过斜距离的垂直面与过目标垂直于炮目距离的平面 Q 的交线，正向朝上，x_2轴与 x_1轴同在平面 Q 内，正向与航路正向同侧，x_3轴为斜距离的延长线；

y 坐标系：原点为目标中心，y_1轴和$\vec{V}_{dm}$同向，y_2轴为过原点垂直于$\vec{V}_{dm}$的平面和水平面的交线，并和目标的运动方向在 x_1x_3平面的同侧，y_3轴由 y_1、y_2轴通过右手法则确定，其中$\vec{V}_{dm}$是弹丸相对目标的运动速度，大小用V_{dm}表示；

③将目标分成 n_1个易损舱段，每个舱段的坐标毁伤概率为 $G_i(y_1, y_2, y_3)$，则整个目标的坐标毁伤概率等于至少杀伤一个舱段的概率，即

$$G(y_1,y_2,y_3)=1-\prod_{i=1}^{n_1}(1-G_i(y_1,y_2,y_3)) \tag{1}$$

弹丸爆炸后破裂成许多无规则的破片，将各种重量的破片按重量分级 $G_1, G_2, G_3, \cdots, G_k$，各种重量的破片数分别为 $N_1, N_2, \cdots, N_k$，设重量为 G_j的破片对目标第 i 个舱段的坐标毁伤概率为 $G_i^{(j)}(y_1, y_2, y_3)$，则有

$$G_i(y_1,y_2,y_3)=1-\prod_{j=1}^{k}(1-G_i^{(j)}(y_1,y_2,y_3)) \tag{2}$$

设 $P(1), P(2), \cdots, P(N_j)$分别为有一个破片，有两个破片，……，有 N_j个破片命中第 i 个舱段的概率，此处的破片指重量为 G_j的破片，$G(1), G(2), \cdots, G(N_j)$分别为第 i 个舱段命中一个破片，两个破片，…，$N_j$个破片时相应的毁伤舱段的条件概率，可按全概率公式算出重量为 G_j的破片毁伤第 i 个舱段的坐标毁伤概率：

$$G_i^{(j)}(y_1,y_2,y_3)=P(1)G(1)+P(2)G(2)+\cdots+P(N_j)G(N_j)$$

$$=\sum_{m=0}^{\infty}P(m)G(m) \tag{3}$$

$$(P(i)=G(i)=0, i=N_j+1,\cdots)$$

命中舱段的破片数服从泊松分布，即

$$P(m)=\frac{(\overline{m}_i^{(j)})^m}{m!}e^{-\overline{m}_i^{(j)}} \tag{4}$$

其中：$\overline{m}_i^{(j)}$——第 i 个舱段命中重量为 G_j的破片数的数学期望；

因为没有考虑杀伤积累，且各个破片击毁舱段是相互独立的事件，在舱段上命中 m 块破片的条件下，杀伤舱段的概率 G（m）符合指数杀伤规律

$$G(m)=1-(1-P_{1i}^{(j)})^{m} \tag{5}$$

其中：$P_{1i}^{(j)}$——命中舱段的重量为 G_j 的单枚破片杀伤舱段的概率

将（4）、（5）代入（3）得：

$$G_i^{(j)}(y_1,y_2,y_3)=1-e^{-\bar{m}_i^{(j)}P_{1i}^{(j)}} \tag{6}$$

再由（2）得

$$G_i(y_1,y_2,y_3)=1-e^{-\sum_{j=1}^{k}\bar{m}_i^{(j)}P_{1i}^{(j)}} \tag{7}$$

由（1）得坐标毁伤概率 $G(y_1, y_2, y_3)$ 的一般表达式

$$G(y_1,y_2,y_3)=1-e^{-\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}\bar{m}_i^{(j)}P_{1i}^{(j)}} \tag{8}$$

④利用上述模型，计算某小口径舰炮的近炸引信预制破片弹对某反舰导弹的毁伤概率。

2、根据权利要求 1 所述的计算方法，其特征是 x 坐标系和 y 坐标系中，各有关矢量在 x 坐标中的表示为：

$\vec{V}_m=\{a_1,a_2,a_3\}$

其中 $a_1=V_m\cos\lambda\cos q\sin\varepsilon_q+V_m\sin\lambda\cos\varepsilon_q$

$a_2=V_m\cos\lambda\sin q$

$a_3=V_m\cos\lambda\cos q\cos\varepsilon_q+V_m\sin\lambda\cos\varepsilon_q$

$\vec{V}_d=\{b_1,b_2,b_3\}$

其中 $b_1=V_d\sin\theta\cos\varepsilon_q-V_d\cos\theta\sin\varepsilon_q$

$b_2=0$

$b_3=V_d\cos\theta\cos\varepsilon_q+V_d\sin\theta\sin\varepsilon_q$

$\vec{V}_{dm}=\{c_1,c_2,c_3\}$

其中 $c_1=b_1-a_1$ ， $c_2=-a_2$ ， $c_3=b_3-a_3$

以上表达式中的 ε_q 为炮目交角

在 x 坐标系中的任意点 $A\{x_1, x_2, x_3\}$ 通过坐标转换，可以转换成 y 坐标系中的坐标 $\{y_1, y_2, y_3\}$；其中：$\vec{V}_m$ ：目标的运动参数，大小用 V_m 表示；q：目标的航路角，即 $\vec{V}_m$ 在水平面上的投影矢量与水平距离的夹角，λ：目标航路的倾斜角，即 $\vec{V}_m$ 和水平面上的交角；$\vec{V}_d$ ：弹丸的运动速度，大小用 V_d 表示；θ：弹道倾角。

近炸引信预制破片弹对反舰导弹毁伤效应的计算方法

【技术领域】

本发明涉及一种武器弹药对目标毁伤效应的计算方法，具体说是一种近炸引信预制破片弹对反舰导弹毁伤效应的计算方法。

【背景技术】

随着现代科学技术的迅猛发展，各种高性能的反舰导弹不断涌现出来，1967年10月第三次中东战争中，埃及用苏制“冥河”导弹一举击沉以色列“艾拉特”号驱逐舰，极大地刺激了各国反舰导弹的发展，同时给对舰艇防空反导提出了新课题；1982年5月英阿马岛战争中，阿根廷用法制“飞鱼”AM-39反舰导弹相继击沉装备精良的英国皇家海军骄子——“谢菲尔德”号驱逐舰和1.8万吨级“大西洋运输者”号大型集装箱运输船，更进一步地证明了反舰导弹对水面舰艇构成了致命的威胁。

反舰导弹射程远、威力大、命中率高、体积小、速度快、飞行弹道多变，特别是掠海飞行时难以发现，给防御反击带来很大困难。面对日趋严重的威胁，各国海军引起了高度重视，并做出强烈反应。一般对反舰导弹采取多层次、多种防御手段。第一防御区：早期预警；第二防御区：中期警戒；第三防御区：为近程防御。防御反舰导弹的程序一般为：

视距外雷达侦察预警；

对发射平台导弹攻击雷达实施干扰；

监视飞行导弹用对空导弹实施拦击；

对导弹末制导雷达在其搜索阶段实施干扰；

中大口径自动火炮实施拦击；

小口径自动火炮实施拦击。

目前，小口径自动火炮实施拦击是各舰艇的最后也是最有效的反击手段，对于各舰艇配备多少小口径自动火炮，每门火炮配备多少弹药，是各军队主管部门关心的问题。

【发明内容】

本发明的目的在于提供一种小口径自动火炮的近炸引信预制破片弹对反舰导弹的毁伤概率的计算方法，为海军舰艇配备小口径自动火炮及其弹药提供决策参考。

为解决其技术问题，实现本发明目的的技术方案包括如下步骤：

1、确定反舰导弹易损的要害部件：导致反舰导弹目标爆炸或脱离命中舰船折合域的部件，称为要害部件，其他部件称非要害部分。

2、以毁伤一枚反舰导弹平均必须命中的破片数为毁伤判据，确定导弹舱元部件侵彻抗力强度与导弹多层靶的等效关系：近炸引信预制破片弹反导主要是靠破片对导弹目标侵彻破坏，人们普遍关心的问题是毁伤一枚导弹平均必须命中的破片数是多少，这是一种最简易的判据。反舰导弹目标结构及抗力复杂，如果直接对导弹部件实物进行破片侵彻能力研究将是更为复杂且费用很高。为此，本发明提出建立导弹多层等效靶概念，用铝合金多层等效靶作为“桥梁”，沟通破片对导弹目标侵彻能力的内在关系，导弹部件抗侵彻能力均与导弹多层靶的抗破片侵彻能力建立了等效关系。从而将极为复杂的破片对导弹部件侵彻能力研究转化为——可以定量描述的破片对导弹多层靶的侵彻能力研究。

3、设定反舰导弹和弹丸的运动参数。其参数包括：

$\vec{V}_m$ ：目标的运动参数，大小用V_m表示

q：目标的航路角。即$\vec{V}_m$在水平面上的投影矢量与水平距离的夹角

λ：目标航路的倾斜角。即$\vec{V}_m$和水平面上的交角

$\vec{V}_d$ ：弹丸的运动速度，大小用V_d表示

θ：弹道倾角。

$\vec{V}_{dm}$：弹丸相对目标的运动速度，大小用V_{dm}表示

4、建立两个坐标系：x 坐标系和 y 坐标系。

x 坐标系：以目标中心为原点，x_1轴为过斜距离的垂直面与过目标垂直于炮目距离的平面 Q 的交线，正向朝上。x_2轴与 x_1轴同在平面 Q 内，正向与航路正向同侧。x_3轴为斜距离的延长线。

y 坐标系：以原点为目标中心，y_1轴和$\vec{V}_{dm}$同向，y_2轴为过原点垂直于$\vec{V}_{dm}$的平面和水平面的交线，并和目标的运动方向在 x_1x_3平面的同侧，y_3轴由 y_1、y_2轴通过右手法则确定。

各有关矢量在 x 坐标系中的表示为：

$$\vec{V}_m = \{a_1, a_2, a_3\}$$

其中
$$a_1 = V_m \cos\lambda \cos q \sin\varepsilon_q + V_m \sin\lambda \cos\varepsilon_q$$

$$a_2 = V_m \cos\lambda \sin q$$

$$a_3 = V_m \cos\lambda \cos q \cos\varepsilon_q + V_m \sin\lambda \cos\varepsilon_q$$

$$\vec{V}_d = \{b_1, b_2, b_3\}$$

其中
$$b_1 = V_d \sin\theta \cos\varepsilon_q - V_d \cos\theta \sin\varepsilon_q$$

$$b_2 = 0$$

$$b_3 = V_d \cos\theta \cos\varepsilon_q + V_d \sin\theta \sin\varepsilon_q$$

$$\vec{V}_{dm} = \{c_1, c_2, c_3\}$$

其中
$$c_1 = b_1 - a_1 \quad , \quad c_2 = -a_2 \quad , \quad c_3 = b_3 - a_3$$

以上表达式中的ε_q为炮目交角

在 x 坐标系中的任意点 A{x_1, x_2, x_3}通过坐标转换，可以转换成 y 坐标系中的坐标{y_1, y_2, y_3}。

5、将目标分成 n_1 个易损舱段，每个舱段的坐标毁伤概率为 $G_i(y_1, y_2, y_3)$，则整个目标的坐标毁伤概率等于至少杀伤一个舱段的概率，即

$$G(y_1,y_2,y_3)=1-\prod_{i=1}^{n_1}(1-G_i(y_1,y_2,y_3)) \tag{1}$$

弹丸爆炸后破裂成许多无规则的破片，将各种重量的破片按重量分级 $G_1, G_2, G_3, \cdots, G_k$，各种重量的破片数分别为 $N_1, N_2, \cdots, N_k$ 。设重量为 G_j 的破片对目标第 i 个舱段的坐标毁伤概率为 $G_i^{(j)}(y_1, y_2, y_3)$，则有

$$G_i(y_1,y_2,y_3)=1-\prod_{j=1}^{k}(1-G_i^{(j)}(y_1,y_2,y_3)) \tag{2}$$

设 $P(1), P(2), \cdots, P(N_j)$ 分别为有一个破片，有两个破片，……，有 N_j 个破片命中第 i 个舱段的概率（此处的破片指重量为 G_j 的破片），$G(1), G(2), \cdots, G(N_j)$ 分别为舱段（第 i 个）命中一个破片，两个破片，…，N_j 个破片时相应的毁伤舱段的条件概率。可按全概率公式算出重量为 G_j 的破片毁伤第 i 个舱段的坐标毁伤概率：

$$G_i^{(j)}(y_1,y_2,y_3)=P(1)G(1)+P(2)G(2)+\cdots+P(N_j)G(N_j)$$

$$=\sum_{m=0}^{\infty}P(m)G(m) \tag{3}$$

$$(P(i)=G(i)=0, i=N_j+1,\cdots)$$

命中舱段的破片数服从泊松分布，即

$$P(m)=\frac{(\bar{m}_i^{(j)})^m}{m!}e^{-\bar{m}_i^{(j)}} \tag{4}$$

其中：$\bar{m}_i^{(j)}$ ——第 i 个舱段命中重量为 G_j 的破片数的数学期望。

因为没有考虑杀伤积累，且各个破片击毁舱段是相互独立的事件。在舱段上命中 m 块破片的条件下，杀伤舱段的概率 G（m）符合指数杀伤规律

$$G(m)=1-(1-P_{1i}^{(j)})^m \tag{5}$$

其中：$P_{1i}^{(j)}$ ——命中舱段的重量为 G_j 的单枚破片杀伤舱段的概率

将（4）、（5）代入（3）得：

$$G_i^{(j)}(y_1,y_2,y_3)=1-e^{-\bar{m}_i^{(j)}P_{1i}^{(j)}} \tag{6}$$

再由（2）得

$$G_i(y_1,y_2,y_3)=1-e^{-\sum_{j=1}^{k}\bar{m}_i^{(j)}P_{1i}^{(j)}} \tag{7}$$

由（1）得坐标毁伤概率 $G(y_1, y_2, y_3)$ 的一般表达式

$$G(y_1,y_2,y_3)=1-e^{-\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}\bar{m}_i^{(j)}P_{ij}^{(j)}} \quad (8)$$

6、利用上述模型，计算某小口径舰炮的近炸引信预制破片弹对某反舰导弹的毁伤概率。

本发明的有益效果是：该方法通过模型设计，采用计算机进行数据分析、处理，因此所得结果准确、快速、逼真，通过实验的模型计算，在反舰导弹的速度 V_m=300m/s、掠海飞行，飞行高度为 6m，近炸引信预制破片弹存速为 V_d=700m/s，V_{dm}=1000m/s，作用半径为 2m 的条件下，某小口径舰炮的近炸引信预制破片弹对某反舰导弹的毁伤概率为 0.56。

【具体实施方式】

下面通过实施例对本发明作进一步说明。

①确定反舰导弹易损害要害部件，为雷达舱、驾驶舱、尾舱和发动机舱；

②以毁伤一枚反舰导弹平均必须命中的破片数为毁伤判据，确定导弹舱元部件侵彻抗力强度与导弹多层靶的等效关系。

③分析反舰导弹和近炸引信预制破片弹：

反舰导弹的速度 V_m=300m/s，掠海飞行的高度为 6m。近炸引信是通过对目标的存在、距离、方位、速度等信息的感觉和探测来识别目标，并能在弹道上适时地、自动地选择炸点，以对目标进行有效杀伤。本发明的近炸引信是指无线电引信，它是把雷达技术移植到近炸引信上的结果，被誉为第二次世界大战期间的三大发明之一。某近炸引信预制破片弹，全弹长度 534 毫米，重量 2.4 千克，弹丸重 880 克，炸药 120 克，初速 1025 米 / 秒，主要用于攻击反舰巡航导弹。这种弹药的弹体由特种钢制成，弹壁四周埋装有 650 个小钨球，爆炸后可产生 2400 块小破片，平均飞散速度高达 1500 米 / 秒；对来袭反舰导弹有极大的杀伤力，另外，该弹药配装的近炸引信采用多普勒原理，装有自动化的敏感控制装置，可随目标距水面高度的不同而自动调整引爆半径，大大提高了对目标的命中率。目前又出现了可编程近炸引信预制破片弹，弹重 1.1 千克，弹内嵌入 1100 颗直径为 3mm 的钨球，该弹初速为 1100 米 / 秒，其射速为 450 发/min，在 2.4s 内可向目标发射 18 发炮弹，并形成 19800 个弹丸，该炮可根据目标状态和战术使用条件，自动控制弹丸的爆炸作用方式，从而取得较高的拦截效果。

④建立 x 坐标系和 y 坐标系：在 x 坐标中的任意点 A（x_1、x_2、x_3）通过坐标转换，转换成 y 坐标系中的坐标（y_1、y_2、y_3）。

5、本实施例是在射击条件给定时即交汇条件一定时，用 y 坐标系的炸点坐标函数 G（y_1、y_2、y_3）来计算的，它包括如下 8 个计算公式：

本实施例不考虑目标的杀伤积累。将目标分成 n_1 个易损舱段，每个舱段的坐标毁伤概率为 $G_i(y_1,y_2,y_3)$，则整个目标的坐标毁伤概率等于至少杀伤一个舱段的概率，即

$$G(y_1,y_2,y_3)=1-\prod_{i=1}^{n_1}(1-G_i(y_1,y_2,y_3)) \quad (1)$$

弹丸爆炸后破裂成许多无规则的破片，将各种重量的破片按重量分级 $G_1,G_2,G_3,\cdots,G_k$，各种重量的破片数分别为 $N_1,N_2,\cdots,N_k$。设重量为 G_j 的破片对目标第 i 个舱段的坐标毁伤概率为 $G_i^{(j)}(y_1,y_2,y_3)$，则有

$$G_i(y_1,y_2,y_3)=1-\prod_{j=1}^{k}(1-G_i^{(j)}(y_1,y_2,y_3)) \quad (2)$$

设 $P(1),P(2),\cdots,P(N_j)$ 分别为有一个破片，有两个破片，……，有 N_j 个破片命中第 i 个舱段的概率（此处的破片指重量为 G_j 的破片），$G(1),G(2),\cdots,G(N_j)$ 分别为舱段（第 i 个）命中一个破片，两个破片，…，N_j 个破片时相应的毁伤舱段的条件概率。可按全概率公式算出重

量为 G_j 的破片毁伤第 i 个舱段的坐标毁伤概率：

$$G_i^{(j)}(y_1,y_2,y_3)=P(1)G(1)+P(2)G(2)+\cdots+P(N_j)G(N_j)$$

$$=\sum_{m=0}^{\infty}P(m)G(m) \tag{3}$$

$$(P(i)=G(i)=0,i=N_j+1,\cdots)$$

命中舱段的破片数服从泊松分布，即

$$P(m)=\frac{(\overline{m}_i^{(j)})^m}{m!}e^{-\overline{m}_i^{(j)}} \tag{4}$$

其中：$\overline{m}_i^{(j)}$ ——第 i 个舱段命中重量为 G_j 的破片数的数学期望。

因为没有考虑杀伤积累，且各个破片击毁舱段是相互独立的事件。在舱段上命中 m 块破片的条件下，杀伤舱段的概率 G（m）符合指数杀伤规律

$$G(m)=1-(1-P_{1i}^{(j)})^m \tag{5}$$

其中：$P_{1i}^{(j)}$ ——命中舱段的重量为 G_j 的单枚破片杀伤舱段的概率

将（4）、（5）代入（3）得：

$$G_i^{(j)}(y_1,y_2,y_3)=1-e^{-\overline{m}_i^{(j)}}P_{1i}^{(j)} \tag{6}$$

再由（2）得

$$G_i(y_1,y_2,y_3)=1-e^{-\sum_{j=1}^{k}\overline{m}_i^{(j)}P_{1i}^{(j)}} \tag{7}$$

由（1）得坐标毁伤概率 $G(y_1, y_2, y_3)$ 的一般表达式

$$G(y_1,y_2,y_3)=1-e^{-\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}\overline{m}_i^{(j)}P_{1i}^{(j)}} \tag{8}$$

6、利用上述模型，在计算机上计算出小口径舰炮的近炸引信预制破片弹对某反舰导弹的毁伤概率。